ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1917.

PRÉSIDENCE DE M. A. D'ARSONVAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur quelques décisions prises par les gouvernements de la Grande-Bretagne et des États-Unis.* Note (¹) de M. G. **Lippmann.**

L'Académie des Sciences a rempli un de ses devoirs en appelant l'attention des Pouvoirs publics sur la nécessité d'organiser méthodiquement des recherches scientifiques en vue du perfectionnement des arts de la guerre et de la paix. On sait que cette nécessité a déjà été reconnue dans plusieurs pays, où l'État entretient depuis de nombreuses années de grands Instituts de recherche.

Je demande la permission de rendre compte à l'Académie des nouveaux développements que ce problème a reçu en Angleterre et en Amérique et spécialement des initiatives prises par les gouvernements eux-mêmes de ces deux pays pour mettre plus efficacement les méthodes scientifiques au service de la prospérité et de la sécurité nationale.

1. *Grande-Bretagne.* — L'initiative émane du Conseil privé de la Couronne, sous la forme proposée par le Ministre de l'Instruction publique, M. A. Henderson, dans un projet daté du 23 juillet 1916, et dont nous traduisons quelques passages. Les considérants de l'auteur pourraient s'appliquer à la France, aussi bien qu'à l'Angleterre.

« On est entièrement d'accord parmi les personnes qui s'occupent de science et d'industrie pour penser qu'il est particulièrement nécessaire aujourd'hui de créer de nouveaux organes et d'accroître l'aide de l'État,

---

(¹) Séance du 5 février 1917.

afin d'augmenter et d'organiser la recherche scientifique en vue spécialement de son application au commerce et à l'industrie. Il est certain que beaucoup de nos industries se sont trouvées en souffrance depuis le commencement de la guerre par suite de notre impuissance à produire chez nous certains articles ou certaines matières dont la fabrication avait émigré à l'étranger, et particulièrement en Allemagne, parce que là la science avait été plus complètement et plus réellement appliquée à la solution de problèmes touchant au commerce et à l'industrie, et à l'élaboration des procédés de fabrication perfectionnés.

» Il nous est impossible de considérer sans une très grande appréhension la situation qui surgira à la fin de la guerre si nous n'avons pas, d'avance, développé et organisé nos ressources scientifiques pour y parer. Il paraît indéniable que si nous voulons faire progresser, ou même simplement maintenir notre position industrielle, il nous faut, en tant que nation, essayer de développer la recherche scientifique et industrielle afin d'arriver à lutter avec succès contre des adversaires les plus puissamment organisés. Il y a des difficultés évidentes à suivre ce programme pendant la guerre, et nous ne nous les dissimulons pas; mais d'autre part nous ne pouvons pas espérer d'improviser un système efficace au moment où les hostilités cesseront. Si en ce moment nous n'avions pas déjà réalisé un progrès notable, il nous serait certainement impossible de faire le nécessaire dans la période de reconstruction qui suivra la guerre.

» Le présent projet a pour but d'établir une organisation permanente pour le développement de la recherche scientifique et industrielle....

» En conséquence, nous proposons d'établir :

» *a.* Un Comité du Conseil privé responsable des fonds votés à l'avenir par le Parlement pour la recherche scientifique et industrielle.

» *b.* Un Conseil consultatif (*Advisory Council*) responsable envers le Comité, peu nombreux et composé principalement d'hommes de science éminents et d'hommes occupés à des industries qui dépendent de la recherche industrielle....

» L'*Advisory Council* est chargé de donner son avis au Comité sur toute proposition relative aux questions suivantes :

» 1° Institution de recherches spéciales ;

» 2° Création ou développement d'instituts existants;

» 3° Création et attribution de bourses et de places de maîtres (fellowships) pour la recherche. »

Le Conseil privé a aussitôt adopté ce projet et nommé le Comité de l'*Advisory Council.* Le nouvel organisme a fonctionné sans retard et très activement. Le Comité comprend, outre le Président du Conseil, les Ministres des Finances, de l'Instruction publique, du Commerce, et les Secrétaires d'État pour l'Écosse, l'Irlande et les Colonies. L'*Advisory Council* a été composé de sept physiciens ou chimistes, membres de la Société royale, plus un président administrateur, sir W. Mac Cormick. Celui-ci, au bout de la première année de travail, a rédigé un Rapport [1] communiqué au Parlement. Le Parlement à son tour a voté successivement deux subsides de 25000 et de 40000 liv. st. (1 million de francs).

On trouvera dans ce Rapport une analyse détaillée, faite avec pénétration et une évidente compétence des conditions du problème à résoudre, conditions qui paraissent être les mêmes en France et en Angleterre.

L'auteur rend compte en outre d'une partie des résultats obtenus au bout d'un an et demi par les recherches que le Comité a pu subventionner; on peut citer en particulier le relèvement de certaines industries, telles que l'Optique, qui avaient émigré avant la guerre dans d'autres pays. Enfin, on rencontre dans le Rapport l'indication du principal souci qui a guidé le gouvernement britannique.

C'est la crainte de ne pas trouver, quand la paix reviendra et que la lutte industrielle recommencera, un état-major scientifique suffisamment nombreux. L'*Advisory Council* a fait faire dans tout le Royaume-Uni la statistique des personnes qui sortent annuellement des Universités et des écoles techniques, pourvues d'un grade, et pourraient être employées à des recherches, et leur nombre a paru trop faible pour la bataille et l'armée industrielles.

Où trouver le nombre nécessaire de chercheurs instruits? Telle est la préoccupation déclarée du Gouvernement britannique, et le Rapport indique avec franchise le remède. Ce n'est rien moins qu'une réforme générale (*comprehensive improvement*) de l'enseignement public en Angleterre. Il est nécessaire de transformer le système des programmes et des examens en usage, de manière à changer l'atmosphère des Universités, jusqu'à ce qu'on cesse d'opposer l'une à l'autre la « pratique » et la « théorie ». Ces guillemets sont dans le texte officiel.

---

[1] *Report of the Committee of the Privy Council for scientific and industrial Research, for the year* 1915-1916, *presented to Parliament by command of His Majesty* (Cd. 8336). Londres, chez Wyman and Sons Ld. Preams Buildings Fetter Lane, East Harding E. C.

C'est à cette même préoccupation que répondent les deuxième et troisième parties de la tâche assignée plus haut au nouvel organisme : création d'institutions nouvelles et de maîtrises de recherches. Comme ces créations ne peuvent se faire en ce moment, et qu'il importe de ne pas laisser le mouvement s'arrêter au moment de la conclusion de la paix, le Gouvernement britannique prend une précaution originale pour assurer la pérennité de son œuvre. Par charte royale le Comité du Conseil privé est transformé en un Trust, intitulé *Imperial Trust for the Encouragement of scientific and industrial Research*. C'est donc un trust très spécial qui comprend plusieurs ministres et en particulier celui des Finances.

D'autre part, le Président du Conseil a annoncé que le Chancelier de l'Échiquier est disposé à demander au Parlement des crédits annuels considérables (*very large sums*) suffisants pour assurer le fonctionnement. De plus il doit demander au Parlement, par dérogation au principe général du vote annuel des crédits par le Parlement, que celui-ci accorde par avance ces crédits pour les cinq années qui vont venir : c'est une sorte de *quinquennat* scientifique.

L'*Advisory Council* est d'ailleurs invité à demeurer en contact avec la Société Royale et avec le National Physical Laboratory. En outre il reste en relation avec les grandes associations d'ingénieurs du Royaume-Uni. Les cinq associations principales, celles des ingénieurs civils, des ingénieurs mécaniciens, des ingénieurs navals, des ingénieurs électriciens, et l'Institut du Fer et de l'Acier se sont dès l'origine associées, pour demander à être mises en relation avec l'*Advisory Council*. Le lien a été établi de la manière suivante : les Associations d'ingénieurs ont constitué trois comités, appelés à étudier divers problèmes; chaque comité ne comprend qu'une quinzaine de membres, dont la moitié est désignée par l'*Advisory Council*. Les comités d'ingénieurs ainsi formés sont chargés de tenir l'*Advisory Council* au courant des problèmes qui concernent soit la métallurgie du fer et des autres métaux, soit l'industrie minière, soit spécialement celle des combustibles solides et liquides. L'entente est ainsi assurée entre le nouvel organisme créé par le gouvernement britannique et les puissantes associations privées qui existent dans le Royaume-Uni.

2. *États-Unis*. — Le Président de la République, M. Wilson, s'est adressé à l'Académie des Sciences de Washington, et il a chargé cette Académie de nommer un Conseil national des Recherches, le *National Research Council*.

L'Académie de Washington remplit ainsi une des missions pour lesquelles elle a été créée : « Pendant notre guerre civile le besoin de comités scientifiques a été souvent ressenti par notre Gouvernement. En conséquence, l'Académie des Sciences a reçu en 1863 sa charte par un acte du Congrès, lequel stipule que l'Académie a pour mission, à la demande des divers départements du Gouvernement, d'examiner, d'expérimenter et de donner son avis sur les questions des sciences et des arts ([1]). »

« Le *National Research Council* a pour but de coordonner le travail scientifique de recherches qui se fait dans le pays, afin de rendre plus efficace la solution des problèmes de la guerre et de la paix ([2]). »

« Il est intéressant de remarquer que le Président des États-Unis a invité l'Académie nationale des Sciences à entreprendre l'organisation des ressources scientifiques des institutions d'éducation et de recherche, dans le but d'encourager l'investigation des phénomènes naturels, l'utilisation plus complète de la recherche pour le développement des industries américaines, l'application de méthodes scientifiques pour le renforcement de la défense nationale, et toutes autres applications de la science à la sécurité et à la prospérité nationale ([3]). »

On sait que les États-Unis possèdent depuis longtemps des Instituts de recherches fortement dotés. Son laboratoire national de Physique a un budget annuel de 3 millions; ses stations agricoles dépensent près de 20 millions par an; l'Institut Carnegie a reçu 110 millions, et les Universités ont des dotations de centaines de millions. Aussi la création due à l'initiative du Président Wilson a-t-elle pour but, non d'augmenter les moyens de travail, mais de coordonner des efforts dispersés, de faire le bilan général des problèmes à résoudre, de distribuer les tâches, en prévenant les doubles emplois.

Comme en Angleterre, les grandes sociétés d'ingénieurs se sont associées avec empressement à l'œuvre commune.

Les mesures nécessaires ont été prises à New-York, pour que « les ressources de la *Engineering Foundation*, sous les auspices des quatre principales sociétés nationales d'ingénieurs, soient à la disposition du *National*

([1]) Lettre du Dr George Hale (*New York Times*, juillet 1916).

([2]) *Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, novembre 1916).

([3]) Rapport au Parlement anglais cité plus haut, note p. 38 (Voir *Nature*, 3 août 1916, p. 464-465).

Research Council, qui a été nommé par l'Académie nationale des Sciences à la requête du Président Wilson (¹) ».

On voit qu'en résumé, en Angleterre comme en Amérique, on n'en est plus à se demander s'il importe de subventionner quelques recherches.

Les mesures nécessaires ont été prises non seulement avec énergie, mais avec une prévoyance qui fait honneur aux Pouvoirs publics dans les deux grands pays anglo-saxons.

ZOOLOGIE. — *Sur des tubercules nuptiaux simulant des dents chez un Poisson africain du genre* Barbus. Note de **M. G.-A. Boulenger.**

En étudiant récemment la belle collection de poissons recueillis par M. le Dr Stappers, chargé d'une mission du Gouvernement belge aux lacs Tanganika et Moéro, grand fut mon étonnement de trouver la bouche d'un petit Cyprinide du genre *Barbus* garnie d'une série de dents, exception inconcevable dans une famille dont la dentition est restreinte aux pharyngiens inférieurs. Mais en examinant d'autres individus, évidemment de la même espèce, je ne tardai pas à en trouver de dépourvus de dents, ou dont les dents étaient en partie tombées. Je me rendis compte de suite que ce n'étaient pas de vraies dents, mais des productions épidermiques scléreuses semblables aux tubercules caducs dont on connaît de nombreux exemples chez les Cyprinides mâles à l'époque de la reproduction. Pour qu'il ne puisse subsister aucun doute à ce sujet, mon fils, le lieutenant Charles Boulenger, avant son départ pour la Mésopotamie, voulut bien préparer une série de coupes qui démontre la nature cornée de ces organes.

L'examen de très nombreux spécimens établit ensuite que ces tubercules sont l'apanage des mâles, qu'ils se détachent facilement chez certains individus, sans doute vers la fin de la période nuptiale, et qu'ils manquent absolument chez les femelles.

J'ai donné à ce curieux petit Barbeau, qui ne mesure pas plus de $5^{cm},5$ et qui provient du lac Moéro, le nom de *Barbus pseudognathodon* (mâchoires à fausses dents) (²). Douze à seize tubercules blancs, coniques, à pointe

(¹) *Bulletin of the American Instituts of Mining Engineers*, novembre 1916.
(²) *Rev. zool. Afr.*, t. 4, 1915, p. 166.

aiguë, à base renflée, sont disposés en une série sur le bord de la mâchoire supérieure, bien visibles quand la bouche est close; il y a en outre de un à cinq tubercules semblables sur les côtés, près de l'angle de la bouche, et le bord de la mâchoire inférieure en porte quatre à six plus petits.

Comme je viens de le dire, la présence de ces organes épidermiques caducs, sous forme de granules, d'épines, ou de crochets, est fréquente dans la famille des Cyprinides, quoique plutôt exceptionnelle chez les *Barbus*, l'espèce de ce genre qui les montre le plus développés étant celle à laquelle j'ai imposé le nom de *B. spinosus* ([1]), au sud de l'Afrique. Le plus souvent ils sont situés sur le museau et sur les côtés de la tête, où ils forment des agglomérations, comme chez les *Labes* et *Varicorhinus;* d'autres fois ils occupent le centre des écailles du corps, disposés parfois en séries longitudinales très régulières, ou ils sont semés sur les rayons des nageoires. On les trouve aussi chez les femelles de certaines espèces, mais moins développés. Plusieurs de ces tubercules peuvent se fusionner et former de grandes plaques pluricuspides sur les côtés de la tête, comme chez l'*Opsariichthys acanthogenys* que j'ai figuré ([2]).

Ces organes sont généralement petits chez les Cyprinides d'Europe, et bien des descriptions de ceux-ci n'en font aucune mention ([3]). Mais ils acquièrent un développement particulier chez le Gardon galant (*Lenciscus pigus*), sous forme de crochets sur une base arrondie, mesurant 4^{mm} à 5^{mm} de diamètre et 4^{mm} de hauteur, disposés en séries longitudinales sur les flancs, et ce fait n'avait pas échappé à Pline, qui compare l'apparition de ces tubercules à une sorte de floraison chez le mâle au printemps.

La saison des noces passée, ces tubercules cornés tombent, mais leurs bases tuméfiées peuvent persister ([4]), semblables par la forme à de petits cratères à enfoncements suggérant des pores, et c'est sous ce dernier nom que nous les trouvons souvent mentionnés dans les descriptions d'espèces et même de genres.

Sans souci des enseignements de l'histologie, ces organes ont reçu les noms les plus divers, même dans des ouvrages assez récents. Fatio ([5]), par

---

([1]) *Catal. Apr. Fresher. Fishes*, t. 2, p. 176, figure.

([2]) *Proc. Zool. Soc. Lond.*, t. 1, 1901, pl. XXIV.

([3]) Il faut faire exception toutefois pour les ouvrages de Siebold et de Fatio. Le sujet a été traité spécialement par Baudelot, *Ann. des Sc. nat.*, 5e série, t, 7, 1867, p. 339, et Leydig, *Biol. Centralbl.*, t. 12, 1892, p. 205 et 444.

([4]) Voir Leydig, *Untersuch. Anat. Histol. d. Thiere*, 1883.

([5]) *Faune des Vertébrés de la Suisse*, t. 4 et 5, 1882-1890.

exemple, les désigne à différents endroits comme corpuscules osseux, concrétions semi-osseuses, tubercules épidermiques externes, tubercules granuleux, boutons de noces, boutons épineux. On leur a aussi donné le nom de *perles*. Il convient de se servir d'un terme unique pour désigner ces excrescences, quelle que soit leur forme, et celui des tubercules nuptiaux me paraît le plus approprié.

On n'a que peu d'observations directes sur le rôle que jouent ces tubercules. Quand ils sont placés sur le corps, ils semblent avoir pour but d'exciter les individus de sexes différents qui se frottent les uns contre les autres durant les jeux de l'amour, comme cela a d'ailleurs été constaté chez le *Lenciscus pigus*. Reighard [1] a fait des observations intéressantes sur certaines espèces américaines, *Lenciscus cornutus* et *Cyclopterus elongatus*, dont les mâles sont pourvus de tubercules épineux sur les côtés du corps et sur la nageoire anale, et il a pu constater que, grâce à ces aspérités, la femelle est immobilisée pendant la ponte par deux mâles qui la serrent de chaque côté.

Quant aux tubercules souvent si développés sur le museau, il a été suggéré que leur but est de servir dans les combats que se livrent les mâles à l'époque des amours, et il est fort probable que telle est aussi la fonction de la dentition temporaire que j'ai signalée chez *Barbus pseudognathodon* [2].

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Le soja dans l'alimentation française.* Note de M. **Balland.**

De temps immémorial les propriétés nutritives du soja sont appréciées en Chine et au Japon. Il en est de même en Cochinchine et dans nos pos-

(1) *Science* (New-York), t. 19, 1904, p. 211.

(2) La description de cette espèce ayant paru à Bruxelles pendant la guerre et n'étant par conséquent pas accessible en ce moment, voici une courte diagnose qui permettra de le reconnaître : D. III 8; A. III 5; Sq. 26 — 29 $\frac{3\frac{1}{2}}{2\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}}$; 1 — 1 $\frac{1}{2}$; 8. Hauteur du corps : 3 $\frac{1}{2}$ — 4 fois dans la longueur totale, égale à la longueur de la tête; museau arrondi, aussi long ou un peu plus court que l'œil, qui est compris 3 fois dans la longueur de la tête et égale la largeur interorbitaire; 2 paires de barbillons, l'antérieur minuscule, le postérieur $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ du diamètre de l'œil. Écailles souvent bordées de brun foncé; dorsale noirâtre chez les mâles. Voisin de *B. congicus* et *pleuropholis*.

sessions indo-chinoises où, d'après Alphonse de Candolle, le soja existait déjà, à l'état spontané, à une époque très reculée.

Les réquisitions de légumes secs, effectuées depuis le mois d'août 1914 pour les besoins des armées, ont amené sur le marché français des quantités de légumineuses exotiques : arachide, cajan, dolique, soja, voandzou.

Voici, en ce qui concerne le soja, quelques analyses de produits présentés au Service des subsistances militaires.

1. Conserve de soja au naturel : en boîte soudée, comme les conserves ordinaires de haricots cuits. — 2, 3, 4. Potages au soja : en boîtes soudées, comme les potages aux haricots dits *de Billancourt* en usage dans l'armée [1]. — 5. Potage au soja et au riz. — 6. Farine de soja employée à la préparation des potages. — 7. Graines de soja entières; poids moyen de 100 graines : 24g,9.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Eau	73,21	2,07	3,05	5,26	12,42	8,70	11,60
Matières azotées	11,55	24,06	25,81	23,50	23,96	39,04	38,68
» grasses	4,59	40,24	32,65	30,50	13,17	18,60	17,96
» amylacées	9,02	23,53	29,95	33,27	41,71	28,62	27,11
Cendres	1,63	10,10	8,54	7,47	8,74	5,04	4,65
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

1. Pain de guerre avec farines de soja et de froment : poids et dimensions du pain de guerre réglementaire (longueur 0m,070; largeur 0m,065; épaisseur 0m,025). — 2. Biscuit avec farines de soja et de froment : longueur 0m,040; largeur 0m,027; épaisseur 0m,005; poids 7g. — 3. Id., recouvert d'une glace de sucre: même poids, mêmes dimensions. — 4. Id., forme ronde : diamètre 0m,045; épaisseur 0m,004; poids 10g. — 5. Id., forme carrée de 0m,030 de côté : épaisseur 0m,005; poids 7g. — 6. Sablés chinois: ronds; diamètre 0m,050; épaisseur 0m,007; poids 15g. — 7. Biscuit chinois: longueur 0m,045; largeur 0m,040; épaisseur 0m,005; poids 8g.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Eau	7,06	5,90	7,38	6,02	4,92	5,28	4,58
Matières azotées	17,50	7,91	6,45	7,58	7,26	9,53	8,01
» grasses	23,58	19,56	11,74	25,59	22,84	26,70	16,63
» sucrées	traces	21,28	35,05	16,91	15,90	17,45	18,07
» amylacées	49,06	44,71	38,74	43,42	48,62	40,54	52,01
Cendres	2,80	0,64	0,64	0,48	0,46	0,50	0,70
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

Tous ces produits, par leur forte teneur en principes alibiles, peuvent concourir à une bonne alimentation. Le soja contient en effet jusqu'à 40 pour 100 de matières azotées et 20 pour 100 de matières grasses, alors

[1] Il entre dans les potages de Billancourt des quantités déterminées de farine de haricot, saindoux, oignons frits, poivre et sel.

que nos haricots indigènes donnent à peine 20 pour 100 de matières azotées et moins de 2 pour 100 de matières grasses.

Quelques-uns des produits précités ont déjà pris place, en dehors des rations réglementaires du soldat, parmi les denrées qui sont aujourd'hui délivrées aux ordinaires des régiments par les stations-magasins et les centres d'approvisionnement (chocolat, confitures, conserves de fruits, conserves de légumes, fruits secs, biscuits genre petit-beurre, etc.).

Il y a là un effort industriel qu'il importe d'encourager, ainsi que les essais de culture du soja en France préconisés par M. Li-Yu-Ying [1].

M. **L.-E. Bertin** fait hommage à l'Académie de deux articles qu'il vient de publier sous le titre : *La guerre navale en* 1916.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Fritz Sarrasin et Jean Roux. *Nova Caledonia. Recherches scientifiques en Nouvelle-Calédonie et aux Iles Loyalty.* Rédaction : Hans Schinz et A. Guillaumin. Vol. I, Livre I. (Présenté par M. E. Perrier.)

M. **H. Foley** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ÉLASTICITÉ. — *Solution simple du problème* A *de Mathieu.* Note de M. **Mesnager**, transmise par M. A. Blondel.

Mathieu [2] s'est posé le problème à deux dimensions : *Chercher les conditions d'équilibre d'un parallélépipède rectangle sollicité de la même manière sur deux faces opposées, deux autres faces opposées étant libres.*

Pour simplifier, en prenant l'origine sur l'axe de la pièce, il a supposé que la fonction représentant la charge est paire (page 144) :

$$f(y) = A_0 + \Sigma A_n \cos ny.$$

---

[1] *Le soja*, par Li-Yu-Ying, conseiller de 1re classe au Ministère de l'Agriculture de Chine, et L. Grandvoinnet, ingénieur agricole. Paris, Challamel, 1912.

[2] *Théorie de l'élasticité des corps solides*, p. 143 (Gauthier-Villars, 1890), et *Journal de l'École Polytechnique*, 1881.

Les déplacements qu'il a trouvés sont formés de quatre séries en (Sh ou Ch)mx (sin ou cos)my, dont les coefficients sont eux-mêmes définis par des séries. Les termes de ces dernières séries dépendent de fonctions ψ et τ, qu'il a définies page 149 et de fonctions $U_1(p, q)$ et $U_2(p, q)$, p et q étant des nombres dépendant du rang du terme dans les séries. Les fonctions U et U' sont déterminées au moyen de fouctions Λ_1, Λ_2, Λ_3, ... qui se déduisent, la première Λ_1, d'un développement en série dont les termes dépendent de la fonction ψ. La seconde Λ_2, d'une série dont les termes dépendent de ψ et de Λ_1, la troisième d'uue série dont les termes dépendent de ψ et de Λ_2, ...

Le calcul des fonctions Λ est extrêmement long quand la plaque n'est pas carrée; quand elle l'est, on peut utiliser des Tableaux de ces fonctions donnés par l'auteur. Néanmoins, même dans ce cas particulier, l'ensemble des calculs reste encore si long et compliqué que ni Mathieu, ni personne à ma connaissance, n'en a tiré un résultat numérique.

Je me propose de donner ici des formules qui donnent les tensions sous une forme incomparablement plus simple, quel que soit le rapport des côtés du rectangle.

On sait depuis 1863 (¹) que les tensions n_x, n_y et t dans les problèmes à deux dimensions dépendent d'une seule fonction, reconnue depuis biharmonique. On peut prendre pour cette fonction les déplacements perpendiculaires à la surface, w, d'une plaque non chargée, sollicitée par suite uniquement sur son contour qui est le même que dans le problème à deux dimensions. Si l'on fait une section par un plan quelconque normal à la surface de la plaque, on peut dans cette section représenter par des nombres proportionnels : 1° la courbure de la plaque et la tension normale à la section, n; 2° la torsion de la plaque et la tension tangentielle, t.

Considérons deux plaques rectangulaires égales ayant un coefficient de Poisson η nul. Soient w_1 les déplacements de la première qui repose sur un contour indéformable sur lequel elle est encastrée, et qui est chargée de ϖ par unité de surface, cette charge étant fonction paire de y et indépendante de x. Soient w_2 les déplacements de la seconde qui est libre sur les deux côtés $x = \pm a : 2$ et passe par les deux droites $y = \pm b : 2$ et qui est chargée de $-\varpi$. Pour avoir la déformation la plus générale des côtés $x = \pm a : 2$, on peut supposer cette seconde plaque encastrée sur les côtés $y = \pm b : 2$, puis soumise à un moment constant le long de ces droites (il est facile de voir que le résultat est le même qu'en l'appuyant simplement sur ces droites). Pour simplifier le calcul, on peut laisser de côté le moment constant, ce qui revient, pour le problème à deux dimensions, à donner à n_x une valeur constante arbitraire. La somme $w = w_1 + w_2$ donne les

(¹) Airy, *On the strains in the interior of beams* (*Philos. Trans.*, 1863, p. 55).

déplacements d'une plaque non chargée qui sera la fonction d'Airy du problème A de Mathieu.

Dans ce problème, les tensions sont indépendantes des coefficients d'élasticité de la matière (1), ce qui permet d'obtenir des formules générales pour les tensions, bien que j'aie supposé $\eta = 0$.

Soit

$$\varpi = \sum_{s=1}^{s=\infty} \mathrm{M}_s \cos \frac{2 s \pi y}{b}.$$

Pour le problème qui nous occupe, on peut supprimer la constante M_0 sans nuire à la généralité, car $\mathrm{M}_s = 2(-1)^{s+1}\mathrm{M}_0$ donne la même charge constante, sauf sur les appuis, ce qui est ici sans influence.

Les déplacements de la plaque encastrée, sous cette charge, sont

$$w_1 = \Sigma\Sigma \mathrm{A}_{mn} \left[(-1)^{m+1} + \cos \frac{2 m \pi x}{a} \right] \left[(-1)^{n+1} + \cos \frac{2 n \pi y}{b} \right],$$

A_{mn} étant déterminé par la condition de Ritz : que l'intégrale étendue à la plaque entière

$$\iint \left[\varpi w_1 - \frac{\mathrm{EI}}{2} (\Delta w_1)^2 \right] dx\, dy$$
$$= \Sigma\Sigma \left\{ \mathrm{M}_n \mathrm{A}_{mn} (-1)^{m+1} a \frac{b}{2} - \frac{\mathrm{EI}}{2} ab . 4\pi^4 \mathrm{A}_{mn}^2 \left[3\left(\frac{m}{a}\right)^4 + 3\left(\frac{n}{b}\right)^4 + 2\left(\frac{mn}{ab}\right)^2 \right] \right\}$$

soit un extremum. Annulons la dérivée par rapport à A_{mn}, ce qui détermine ce coefficient et remplaçons-le dans w_1, il vient

$$w_1 = \frac{1}{8\pi^4 \mathrm{EI}} \sum\sum \frac{\mathrm{M}_n (-1)^{n+1} \left[1 + (-1)^{m+1} \cos \frac{2 m \pi x}{a} \right] \left[1 + (-1)^{n+1} \cos \frac{2 n \pi y}{b} \right]}{3\left(\frac{m}{a}\right)^4 + 3\left(\frac{n}{b}\right)^4 + 2\left(\frac{mn}{ab}\right)^2}.$$

Faisons exactement les mêmes opérations pour la plaque encastrée sur deux côtés seulement, w_2 :

$$w_2 = \Sigma \mathrm{A}_n \left[(-1)^{n+1} + \cos \frac{2 n \pi y}{b} \right],$$

$$a \int \left[-\varpi w_2 - \frac{\mathrm{EI}}{2} (\Delta w_2)^2 \right] dy = a \frac{b}{2} \Sigma \left[-\mathrm{M}_n \mathrm{A}_n - \frac{16\pi^4}{b^4} \frac{\mathrm{EI}}{2} n^4 \mathrm{A}_n^2 \right],$$

$$w_2 = -\frac{b^4}{16\pi^4 \mathrm{EI}} \Sigma \mathrm{M}_n (-1)^{n+1} \frac{1 + (-1)^{n+1} \cos \frac{2 n \pi y}{b}}{n^4}.$$

(1) Maurice Levy, *Comptes rendus*, t. 126, 1898, p. 123.

On peut prendre pour tensions dans le problème à deux dimensions

$$
(1)\quad \left\{
\begin{aligned}
n_x &= \mathrm{B} + \mathrm{A}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \mathrm{B} + \frac{1}{2}\sum \frac{\mathrm{M}_n \cos\dfrac{2n\pi y}{b}}{\dfrac{n^2}{b^2}} \\
&\quad - \Sigma\Sigma\,\mathrm{M}_n \frac{n^2}{b^2}\,\frac{\left[1 + (-1)^{m+1}\cos\dfrac{2m\pi x}{a}\right]\cos\dfrac{2n\pi y}{b}}{3\left(\dfrac{m}{a}\right)^4 + 3\left(\dfrac{n}{b}\right)^4 + 2\left(\dfrac{mn}{ab}\right)^2}, \\
n_y &= \mathrm{A}\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = -\Sigma\Sigma\,\mathrm{M}_n(-1)^{m+n}\frac{m^2}{a^2}\,\frac{\cos\dfrac{2m\pi x}{a}\left[1 + (-1)^{n+1}\cos\dfrac{2n\pi y}{b}\right]}{3\left(\dfrac{m}{a}\right)^4 + 3\left(\dfrac{n}{b}\right)^4 + 2\left(\dfrac{mn}{ab}\right)^2}, \\
t &= -\mathrm{A}\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y} = \Sigma\Sigma\,\mathrm{M}_n(-1)^m\frac{mn}{ab}\,\frac{\sin\dfrac{2m\pi x}{a}\sin\dfrac{2n\pi y}{b}}{3\left(\dfrac{m}{a}\right)^4 + 3\left(\dfrac{n}{b}\right)^4 + 2\left(\dfrac{mn}{ab}\right)^2}.
\end{aligned}
\right.
$$

Tensions sur les côtés. — On vérifie immédiatement que pour $y = \pm\frac{b}{2}$, on a $n_y = 0$ et $t = 0$. Pour $x = \pm\frac{a}{2}$, on a $t = 0$ et

$$n_x = \mathrm{B} + \frac{b^2}{2}\sum\frac{\mathrm{M}_n\cos\dfrac{2n\pi y}{b}}{n^2}.$$

Détermination complète des coefficients M_n. — Ayant développé en série de Fourier de $-\frac{b}{2}$ à $+\frac{b}{2}$, la pression paire donnée sur le côté

$$n_x = \mathrm{N}_0 + \Sigma\,\mathrm{N}_n\cos\frac{2n\pi y}{b},$$

il faut et il suffit qu'on ait

$$\mathrm{B} = \mathrm{N}_0, \qquad \mathrm{M}_n = \mathrm{N}_n\frac{2n^2}{b^2}.$$

En remplaçant dans les formules (1) on obtient la solution cherchée.

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour la détermination de l'indice de réfraction des substances liquides.* Note [1] de M. A. Ledoux.

Nous avons indiqué dernièrement [2] une méthode pour la mesure des indices de réfraction principaux de substances biréfringentes, basée sur

(1) Séance du 5 février 1917.

(2) *Bull. Soc. franç. Minéralogie*, décembre 1916.

l'observation du retard d'une lame mince, placée obliquement entre nicols croisés. Cette méthode suggère un moyen très simple pour la détermination rapide de l'indice de réfraction d'un liquide. On se sert d'une lame parallèle à l'axe d'un cristal uniaxe dont les indices principaux sont connus. En mesurant le retard r_i de cette lame, plongée dans le liquide dont on recherche l'indice, sous un angle d'incidence I, le plan d'incidence contenant l'axe, on a

$$N = \frac{n\sqrt{1 - \frac{r_i^2}{r_n^2}}}{\sin I},$$

r_n étant le retard de la lame en lumière normale, N l'indice de réfraction du liquide, n le petit indice n_p si le cristal est positif, le grand indice n_g si le cristal est négatif.

Les indices principaux du quartz pour la raie D, à une température de 15° C., sont, d'après Macé de Lépinay,

$$n_g = 1,55336; \qquad n_p = 1,54425.$$

En utilisant une lame de quartz parallèle à l'axe de $0^{mm},10$ d'épaisseur, on aura

$$r_n = 911.10^{-6} \text{ mm},$$

$$N = \frac{1,54425\sqrt{1 - \frac{r_i^2}{911^2}}}{\sin I}.$$

Si l'on incline la lame jusqu'à obtenir le premier violet sensible correspondant à $r_i = 575$, on aura

$$N = \frac{1,197783}{\sin I},$$

formule qui permettra de déterminer l'indice de réfraction d'un liquide quelconque. Les valeurs de N correspondant à diverses valeurs de I variant de degré en degré sont données dans le Tableau I; nous avons également indiqué les différences afin de faciliter le calcul des indices par interpolation pour des inclinaisons intermédiaires. Il doit être entendu que ces données correspondent à des mesures faites à 15° C. et fournissent les indices pour la raie D. Pour d'autres températures et d'autres radiations, il faudra utiliser les indices du quartz correspondants. Des mesures angulaires à 5′ près donnent une approximation dans les indices de 0,002; à 1′ près, de 0,0005.

TABLEAU I. — *Valeurs de N correspondant aux inclinaisons I, nécessaires pour obtenir, avec une lame de quartz de* $0^{mm},1$, *le premier violet sensible.*

I.	N.	D.	I.	N.	D.	I.	N.	D.
80°...	1,2163	0,0039	64°...	1,3327	0,0116	48°...	1,6118	0,0260
79...	1,2202	0,0043	63...	1,3443	0,0123	47...	1,6378	0,0273
78...	1,2245	0,0048	62...	1,3566	0,0129	46...	1,6651	0,0288
77...	1,2293	0,0052	61...	1,3695	0,0136	45...	1,6939	0,0304
76...	1,2345	0,0055	60...	1,3831	0,0143	44...	1,7243	0,0320
75...	1,2400	0,0061	59...	1,3974	0,0150	43...	1,7563	0,0338
74...	1,2461	0,0064	58...	1,4124	0,0158	42...	1,7901	0,0356
73...	1,2525	0,0069	57...	1,4282	0,0166	41...	1,8257	0,0377
72...	1,2594	0,0074	56...	1,4448	0,0174	40...	1,8634	0,0399
71...	1,2668	0,0079	55...	1,4622	0,0183	39...	1,9033	0,0422
70...	1,2747	0,0083	54...	1,4805	0,0193	38...	1,9455	0,0448
69...	1,2830	0,0089	53...	1,4998	0,0202	37...	1,9903	0,0475
68...	1,2919	0,0093	52...	1,5200	0,0213	36...	2,0378	0,0505
67...	1,3012	0,0099	51...	1,5413	0,0223	35...	2,0883	
66...	1,3111	0,0105	50...	1,5636	0,0235			
65...	1,3216	0,0111	49...	1,5871	0,0247			

Si l'indice de réfraction N cherché est plus grand que 1,55 on pourra incliner la lame jusqu'à obtenir l'obscurité, auquel cas $r_i = 0$ et

$$N = \frac{1,54425}{\sin I}.$$

Le Tableau II donne les valeurs de N correspondant aux inclinaisons I, nécessaires pour produire l'obscurité ($\tau = 15°$ C., raie D). Des mesures angulaires à 5′ près donnent une approximation dans les indices de 0,0014; à 1′ près, de 0,00025.

TABLEAU II. — *Valeurs de N correspondant aux inclinaisons I nécessaires pour amener une lame de quartz parallèle à l'axe, à l'obscurité entre nicols croisés.*

I.	N.	D.	I.	N.	D.	I.	N.	D.
80°...	1,5681	0,0051	69°...	1,6541	0,0114	58°...	1,8210	0,0203
79...	1,5732	0,0056	68...	1,6655	0,0121	57...	1,8413	0,0214
78...	1,5788	0,0061	67...	1,6776	0,0128	56...	1,8627	0,0225
77...	1,5849	0,0066	66...	1,6904	0,0135	55...	1,8852	0,0236
76...	1,5915	0,0072	65...	1,7039	0,0142	54...	1,9088	0,0248
75...	1,5987	0,0078	64...	1,7181	0,0151	53...	1,9336	0,0261
74...	1,6065	0,0083	63...	1,7332	0,0158	52...	1,9597	0,0284
73...	1,6148	0,0089	62...	1,7490	0,0166	51...	1,9871	0,0298
72...	1,6237	0,0095	61...	1,7656	0,0176	50...	2,0159	
71...	1,6332	0,0103	60...	1,7832	0,0184			
70...	1,6434	0,0107	59...	1,8016	0,0194			

Exemple. — *a. Eau.* — On obtient le premier violet sensible pour une inclinaison $I = 63^\circ 55'$. D'après le Tableau I, on a

$$N = 1,3443 - \frac{0.0123 \times 55}{60} = 1,3443 - 0,0113 = 1,333.$$

b. Iodure de méthylène. — On obtient l'obscurité pour une inclinaison $I = 62^\circ 30'$. D'après le Tableau II, on a

$$N = 1,7490 - \frac{0,0166 \times 30}{60} = 1,7490 - 0,0083 = 1,7407.$$

La technique du procédé est identique à celle que nous avons indiquée pour la mesure des indices de réfraction des substances biréfringentes. Le liquide dont on veut mesurer l'indice remplit la petite cuve en laiton, à fond en verre, de l'appareil de E. Bertrand pour la détermination de l'angle des axes optiques, sous le microscope. Cet appareil est placé sur la platine du microscope entre nicols croisés. La lame de quartz est fixée à l'extrémité d'une petite tige horizontale passant dans la paroi de la cuve en laiton et peut être inclinée à volonté dans le liquide. Les inclinaisons sont mesurées par un index, solidaire de la tige horizontale, se déplaçant devant un demi-cercle gradué. La lame de quartz doit être fixée à l'axe de rotation de manière que son plan contienne l'axe de rotation et que l'axe optique lui soit perpendiculaire. On amène d'abord la lame de quartz dans une position horizontale et l'on tourne la platine du microscope jusqu'à obtenir l'extinction entre nicols croisés. On imprime ensuite une rotation de 45° à la platine du microscope et, dans cette position, on incline la lame de quartz de manière à obtenir le premier violet sensible ou l'obscurité, suivant le procédé employé. Il n'est point nécessaire d'utiliser un appareil spécial pour la mesure des retards. La position qui donne le premier violet sensible peut être parfaitement estimée à l'œil.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Absorption des radiations ultraviolettes par quelques dérivés chlorés de l'éthane, de l'éthylène et de l'acétylène.* Note de MM. **Massol** et **Faucon**, présentée par M. J. Violle.

Après les dérivés chlorés du méthane choisis à cause de la simplicité de la molécule, nous avons étudié quelques dérivés chlorés de l'hydrocarbure à deux atomes de carbone : l'éthane hexachloré composé saturé, très riche en chlore : $CCl^3 - CCl^3$; le tétrachlorure d'acétylène composé saturé hydrochloré symétrique : $CHCl^2 - CHCl^2$; l'éthylène tétrachloré, com-

posé non saturé avec double liaison : $CCl^2 = CCl^2$; et l'acétylène, hydrocarbure fondamental avec triple liaison : $CH \equiv CH$.

Éthane hexachloré : C^2Cl^6. — Ce produit, quoique très riche en chlore, est relativement transparent. Solide à la température ordinaire; nous en avons examiné plusieurs dissolutions dans l'alcool éthylique absolu, sous des épaisseurs variables. L'absorption pour les radiations à courte longueur d'onde diminue progressivement avec la dilution, mais il n'apparaît dans aucun cas de bande d'absorption.

Acétylène tétrachloré : $C^2H^2Cl^4$. — Ce produit a sensiblement la même transparence que le précédent. Pur, il laisse passer toutes les radiations jusque vers $\lambda = 247$ sous 1^{mm} d'épaisseur. Les dilutions dans l'alcool deviennent rapidement très transparentes; à aucun moment nous n'avons vu apparaître de bandes.

Éthylène tétrachoré : C^2Cl^4. — A l'état de pureté, il absorbe toutes les radiations à partir de $\lambda = 271$ sous 1^{mm} d'épaisseur.

Ce composé, non saturé, à 85,5 pour 100 de chlore, est plus absorbant que C^2Cl^6 à 89,8 pour 100 de chlore, mais saturé; il est plus absorbant aussi que $C^2H^2Cl^4$, un peu moins riche en chlore et hydrogéné, mais saturé. Cette diminution dans la transparence ne peut être attribuée qu'à la non-saturation de la molécule.

Acétylène : C^2H^2 (gaz). — Nous l'avons examiné en dissolution soit dans l'alcool, soit dans l'acétone pure ou diluée d'alcool. L'absorption est considérable eu égard à la faible quantité d'acétylène dissous; toutes les radiations à faibles longueurs d'onde sont absorbées. Par dilutions successives la transparence augmente, mais à aucun moment nous n'avons observé de bande d'absorption pouvant être attribuée à l'acétylène (la large bande de l'acétone apparaît surtout dans la dilution alcoolique à 1 pour 100). La non-saturation de la molécule explique seule le grand pouvoir absorbant de l'acétylène.

Conclusions. — 1° Les composés C^2Cl^6 et $C^2H^2Cl^4$ ont sensiblement la même transparence pour les radiations ultraviolettes.

2° L'éthylène tétrachloré : $CCl^2 = CCl^2$, quoique moins riche en chlore que C^2Cl^6, est beaucoup moins transparent que celui-ci; la diminution de la transparence ne peut être attribuée qu'à la non-saturation de la molécule.

3° Avec tous les composés étudiés, l'*absorption est unilatérale*, toujours plus grande pour les radiations à faibles longueurs d'onde. Aucun d'eux ne présente la large bande caractéristique du chlore; nous avions signalé le même fait pour les dérivés chlorés du méthane.

4° Nous constatons enfin que les composés non saturés $CCl^2 = CCl^2$ et $CH \equiv CH$ avec double et triple liaison ne donnent pas de bande spéciale. Il semble que l'on peut en déduire que les quelques composés de la série grasse qui présentent exceptionnellement une bande d'absorption ne doivent pas cette propriété à de doubles liaisons, ainsi que cela se produit pour le benzène et les composés renfermant des noyaux aromatiques non saturés.

Limite de transmission des radiations ultraviolettes en fonction des épaisseurs. Dissolutions à 10g de produit dans 100cm³ d'alcool.

Produits	C^2Cl^6	$C^2H^2Cl^2$	C^2Cl^4
Chlore pour 100	89,8	84,5	85,5
Épaisseurs en millimètres.	λ.	λ.	λ.
1	232	232	261
2	233	233	265
3	234	238	266
5	237	242	268
10	242	246	270
20	246	252	273
30	248	256	277
50	250	258	282
70	265	265	289
80	265	266	290

CHIMIE ORGANIQUE. — *Anhydrides mixtes dérivés de l'acide benzoylacrylique.* Note de M. **J. Bougault**, présentée par M. A. Haller.

J'ai montré il y a plusieurs années que l'acide phénylisocrotonique

$$C^6H^5.CH = CH.CH^2.CO^2H,$$

dissous dans l'eau à l'aide d'un léger excès de bicarbonate alcalin, et addi-

tionné d'iode, donne une lactone iodée insoluble

$$\underset{\llcorner\!\!\text{O}\!\text{—————————}\!\!\lrcorner}{C^6H^5.CH.CHI-CH^2.CO}$$

caractère commun à la plupart des acides éthyléniques βγ (¹).

La même réaction étant effectuée en présence d'un grand excès de carbonate de soude (²), on n'observe aucun précipité de lactone iodée; et si l'on cherche ce qu'est devenu l'acide phénylisocrotonique, on reconnaît qu'il a été transformé intégralement en acide benzoylacrylique

$$C^6H^5.CO.CH=CH.CO^2H.$$

Enfin (³), si, au mélange où s'effectue cette dernière réaction, on ajoute un grand excès du sel de sodium d'un acide organique, lui-même peu soluble dans l'eau, l'acide benzoïque par exemple, on obtient alors un précipité qui est l'anhydride mixte formé par l'acide benzoylacrylique et l'acide benzoïque (pour l'exemple choisi)

$$\begin{matrix} C^6H^5.CO.CH=CH.CO \\ C^6H^5.CO \end{matrix}\Big>O.$$

Lors de ma première Communication sur cette réaction, j'avais décrit quatre de ces anhydrides mixtes, formés par l'acide benzoylacrylique, avec les acides benzoïque, phénylacétique, cinnamique et benzoylpropionique.

J'ai repris récemment cette étude.

I. Les nouveaux acides que j'ai engagés dans la formation de ces anhydrides mixtes sont les deux acides α-bromocinnamiques isomères (l'acide stable Pf. 132° et l'acide labile Pf. 120°). J'ai voulu voir si ces acides étaient susceptibles de former des anhydrides mixtes, et si les différences auxquelles ils doivent leur isomérie se conservaient dans les nouveaux composés.

L'expérience a montré que les deux acides α-bromocinnamiques se prêtent en effet à la formation d'anhydrides mixtes avec l'acide benzoyl-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 139, 1904, p. 864; t. 143, 1906, p. 398, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. 14, 1908, p. 173.

(²) *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 140, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. 15, 1908, p. 298.

(³) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 249, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. 15, 1908, p. 304.

acrylique, et les deux anhydrides obtenus ne sont pas identiques mais isomères.

Je rappelle brièvement les conditions opératoires :

Dans 400^{cm^3} d'eau on dissout 30^g du sel de sodium de l'acide α-bromocinnamique choisi, 15^g de carbonate de sodium cristallisé, 2^g de phénylisocrotonate de sodium et l'on ajoute de la solution d'iode $(I + KI)$ par très petites quantités, en attendant pour faire une nouvelle addition que la coloration due à la précédente ait disparu. L'anhydride se précipite peu à peu.

Le composé obtenu est toujours impur, mélangé d'une matière amorphe rougeâtre. On procède à la purification en dissolvant le produit brut dans un mélange d'acétone et d'éther et précipitant par des additions ménagées d'éther de pétrole.

Les deux nouveaux anhydrides fondent : l'un à 100° (anhydride dérivé de la forme stable) et l'autre à 125° (dérivé de la forme labile).

La même formule représentant les deux acides α-bromocinnamiques, il en sera de même pour les deux anhydrides isomères qui en dérivent; ils devront s'écrire

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5.CO.CH = CH.CO \\ C^6H^5.CH = CBr.CO \end{matrix}\right\rangle O.$$

Ils présentent des propriétés tout à fait semblables à celles des quatre anhydrides mixtes décrits antérieurement. En particulier, ils sont très solubles dans le chloroforme, le benzène, l'acétone, moins solubles dans l'éther, l'alcool, insolubles dans l'éther de pétrole et l'eau.

Chauffés à 100° avec l'acide acétique étendu de son volume d'eau, ils sont dédoublés par hydratation en leurs acides générateurs. En effectuant ce dédoublement avec les deux anhydrides, j'ai retrouvé, outre l'acide benzoylacrylique, l'acide α-bromocinnamique stable avec l'anhydride fondant à 100°, et l'acide α-bromocinnamique labile avec l'anhydride fondant à 125°. Ceci prouve que les deux acides α-bromocinnamiques ont conservé leurs caractères d'isomérie dans leurs combinaisons, comme le faisait prévoir la différence des points de fusion des deux anhydrides.

J'ai essayé sans succès de passer de l'anhydride 125° (dérivé de l'acide labile) à l'anhydride 100°. Les moyens, qui réussissent avec les acides α-bromocinnamiques libres, échouent quand on les applique aux anhydrides mixtes, à cause de l'altération plus facile de ceux-ci.

II. Dans mes premières Communications, rappelées plus haut, j'avais

émis l'opinion que la formation de ces anhydrides mixtes n'était possible que parce que le passage de l'acide phénylisocrotonique à l'acide benzoylacrylique se faisait par l'intermédiaire d'une lactone, mettant ainsi en jeu le radical de l'acide benzoylacrylique

$$C^6H^5.CO.CH = CH.CO-.$$

Si cela est, toute réaction, *identique par ailleurs*, mais ne comportant pas le passage par le terme lactone, ne doit pas conduire à la formation d'anhydride mixte.

Trouver un acide, autre que l'acide phénylisocrotonique, susceptible, comme lui, de donner de l'acide benzoylacrylique, par la simple action de l'iode et du carbonate de soude, ne semblait pas chose aisée.

Je suis arrivé à trouver cet acide, sans le chercher, au cours de l'étude de l'acide phényl-α-oxycrotonique [1]. Cet acide, en effet, s'isomérise par l'acide oxalique (réaction réversible), en donnant l'acide phényl-γ-oxycrotonique

$$C^6H^5.\underset{\gamma}{CH} = \underset{\beta}{CH}.\underset{\alpha}{CHOH}.CO^2H \rightleftharpoons C^6H^5.\underset{\gamma}{CHOH}.\underset{\beta}{CH} = \underset{\alpha}{CH}.CO^2H$$

et ce dernier, traité par l'iode et le carbonate de soude, se transforme intégralement, par oxydation, en acide benzoylacrylique.

Comme ici le passage par une lactone ne saurait être invoqué, on doit en conclure que si, dans la réaction génératrice des anhydrides mixtes de l'acide benzoylacrylique, on remplace l'acide phénylisocrotonique par l'acide phényl-γ-oxycrotonique, on ne devra pas obtenir d'anhydride mixte.

J'ai fait cette expérience, dans les conditions exposées plus haut, et en présence de benzoate de sodium (qui donne de meilleurs rendements en anhydride que les acides α-bromocinnamiques) : je n'ai obtenu aucune trace d'anhydride mixte. Et cependant, l'acide benzoylacrylique avait bien pris naissance, car j'ai pu l'isoler du mélange.

En résumé, les nouveaux résultats exposés dans cette Note généralisent et confirment les précédents. Ils viennent à l'appui de l'hypothèse proposée pour expliquer le processus de cette intéressante réaction.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 377, et *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. 8, 1913, p. 393.

GÉOLOGIE. — *Sur les tufs de la vallée de la Somme : tufs de la période historique; tufs néolithiques; tufs quaternaires.* Note de M. **V. Commont**, présentée par M. Pierre Termier.

Nous avons décrit, dans une Note récente, les dépôts récents superposés aux tufs néolithiques de la vallée de la Somme. Voici nos observations sur les tufs eux-mêmes.

A. Tufs récents des croupes de Tirancourt. — Le tuf a été entamé par nos fouilles depuis le sommet de la croupe où il affleure (alt. 16^m) jusqu'au niveau de l'eau (alt. 12^m). Le fond de la croupe, qui n'a pu être exploré que par des sondages, a été trouvé, sous 9^m de tuf, reposant sur la glaise blanche, 5^m au-dessous du niveau de l'eau.

La partie supérieure, qui, antérieurement, avait fourni des objets en bronze, ne nous a rien donné. Par contre, nous avons découvert dans le tuf, au niveau du sol du marais, à $0^m,30$ au-dessus du niveau de l'eau, un *gisement robenhausien* exploré sur une superficie de 200^{m^2} ayant donné : nombreux *éclats de débitage*, *nucléi*, *percuteurs* en silex, *grattoirs*, *couteaux*, *scies néolithiques*, deux *haches polies* (silex et roche noire); *bois de cerf ouvrés;* nombreux ossements de *petit bœuf des tourbières*, *cerf* (très abondants), *sanglier* (défenses); *charbons de bois*, fragments de *poterie* très grossière. Tous ces objets constituent le noyau central de blocs plus ou moins arrondis formés de zones concentriques de tuf très dur. Vers le centre de la croupe, le niveau archéologique disparaît dans l'eau; du côté de la tourbière, l'épaisseur du tuf diminue progressivement.

Près de l'*entaille*, sous le tuf néolithique n'ayant plus que $0^m,30$ d'épaisseur, deux sondages donnent : 1° tuf mélangé de glaise blanc jaunâtre $0^m,20$; 2° terre noire grasse (glaise) avec nombreux *Helix nemoralis* et *H. hortensis* (ancien sol) $1^m,40$ et 1^m; 3° tourbe 5^m et 6^m près de la bordure. Comme le tuf néolithique est au niveau du sol du marais, les 6^m (18 pointes) de tourbe extraite en ce point sont de la *tourbe entièrement néolithique*. Vers le centre de la croupe, sous 2^m de limon gris et sable coquillier, il y a $1^m,50$ de tuf, 2^m de glaise brune (ancien sol tourbeux), puis 4^m de tuf et glaise blanche reposant sur les graviers de fond. Des sondages pratiqués à Yzeux (1915) ont rencontré cette même glaise brune sous 2^m de tuf aggloméré. *Le tuf s'est donc formé très longtemps et à diverses époques* (à Abbeville, trois couches de tuf séparées

par de la terre tourbeuse ou de la tourbe; souvent le dernier dépôt de tuf repose sur les graviers). A Tirancourt, sous le *sol tourbeux à Helix*, il y a encore 4^m à 5^m de tuf plus ancien.

Les nombreuses *Neritina fluviatilis* Linné, *Planorbis fontanus* Zeigl. et *Pl. nitidus* Müll. récoltées dans le *tuf primitif* prouvent que ce dépôt a bien été formé par des *sources*.

Une fouille pratiquée à 300^m du gisement néolithique a donné, sous $0^m,90$ de terre noire gallo-romaine, un dépôt de $0^m,40$ de *tuf en blocs* à l'intérieur desquels nous avons récolté : *poteries* gallo-romaines, grossier *tuyau de plomb* (feuille roulée), *charbons de bois*, *hénons*, *huîtres*, *moules*, *ossements* et NOMBREUX UNIO. Au-dessous, terre tourbeuse $0^m,60$, tourbe grise 1^m. En ce point *le sol du marais gallo-romain* se trouve à l'*altitude* de 14^m, donc 2^m *au-dessus du sol du marais actuel qui s'est desséché et tassé depuis cette époque*.

CONCLUSION. — 1° Le *tuf des croupes* de la vallée de la Somme s'est formé à diverses reprises pendant les époques *néolithique, protohistorique* et *gauloise*. Un peu de tuf reconcrétionné s'est encore formé à l'époque gallo-romaine, mais *la grande masse du tuf primitif est néolithique*. Ces diverses formations se recouvrent en *stratification très compliquée, non horizontale*.

2° *A l'époque gallo-romaine, le fond tourbeux de la vallée de la Somme était à une altitude supérieure d'au moins* 2^m *au sol des marais actuels. Descrues dont l'amplitude n'a guère dépassé* 2^m *se sont produites aux* IIIe *et* IVe *siècles et ont formé les sables calcaires et le limon gris gallo-romain* qui s'est déposé sur le pourtour des croupes sans les recouvrir et les rendre inhabitables, ou sur l'ancienne berge quaternaire du fleuve.

3° *La tourbe et le tuf se sont formés simultanément.*

4° *Les coquilles marines trouvées sur les croupes sont des débris de cuisine gallo-romains.*

B. TUFS QUATERNAIRES. — *a. Tuf quaternaire de Longpré les Corps-Saints.* — Ce tuf fut signalé pour la première fois en 1906 par M. Briquet. En 1910, nous avons publié en détail les coupes des carrières Garçon ou Dubourguet où l'on peut étudier ce dépôt.

Depuis, des lavages (1915) nous ont permis de récolter les coquilles suivantes : *Carychium minimum* Müll., *Carychium tridentatum* Riss., *Cœcilianella acicula* Müll., *Clasilia* sp.?, *Helix hortensis* Müll., *Helix nemoralis* Müll., *Helix fruticum* Müll. (et variétés), *Helix rotundata* Müll., *Helix hispida* L., *Helix terrena* Clessin,

var. *Commonti* Babor., *Helix pulchella* Müll., *Helix costata* Müll., *Hyalinia cellaria* Müll., *Hyalinia diaphana* Stud, *Pupa muscorum* L., *Vertigo pygmæa* Drap., *Zua subcylindrica* L., *Ancylus gibbosus* Bourg., *Belgrandia marginata* Mich., *Bythinia tentaculata* L., *Limnæa ovata* Lam., *Limnæa palustris* Müll., *Limnæa ampullacea* Rossm., *Pl. carinatus* Müll., *Pl. umbilicatus* Müll., *Pl. gallicus* Bourg., *Pl. vortex* L., *Pisidium amnicum* Müll. (sp. voisine), *Valvata piscinalis* Müll.

La présence de *Helix terrena* Clessin, espèce éteinte, l'abondance de *Belgrandia marginata* Mich., la similitude complète de cette faunule avec celle récoltée dans les alluvions de la basse terrasse à Montières où ces coquilles sont associées à *Hippopotamus major, Rhinoceros Mercki, Elephas antiquus,* permettent de dater le tuf de Longpré vers la fin de la période interglaciaire ayant précédé la dernière grande glaciation et d'établir sa contemporanéité avec les alluvions anciennes de Cergy et le tuf de La Celle-sous-Moret.

b. Tuf d'Arrest. — En 1864, Buteux signala le tuf d'Arrest aujourd'hui caché sous les terres labourées. Avec le concours de MM. Debrie et Amourette nous avons mis à découvert une partie de ce dépôt et j'y ai récolté les coquilles suivantes :

Azeca (sp. ?), *Bulimus montanus* Drap., *Clausilia nigricans* Pult., *Helix nemoralis* Müll., *Helix hortensis* Müll., *Helix obvoluta* Müll., *Helix pulchella* Müll., *Helix terrena* Clessin, *Succinea putris* L., *Zua subcylindrica* L., *Limnæa peregra* Lam. (et petites esp. ind.), *Planorbis rotundatus* Poiret. (Les coquilles étant engagées dans le tuf très dur, nous n'avons pu dégager toutes les ouvertures et les déterminer spécifiquement.)

La présence de *Helix terrena* Clessin, espèce éteinte, la situation du dépôt sur une terrasse située 25^m au-dessus de la petite rivière Avalosse, nous permettent de classer le tuf d'Arrest dans les dépôts quaternaires de la deuxième terrasse de la Somme (terrasse de Saint-Acheul).

CONCLUSION GÉNÉRALE. — Il existe, dans la vallée de la Somme, une série de tufs pléistocènes et récents étagés à divers niveaux depuis la deuxième terrasse jusqu'au fond de la vallée actuelle.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur le synclinal du Tadla (Maroc occidental).* Note (1) de M. **Russo**, transmise par M. Ch. Depéret.

L'étude détaillée des conditions orographiques dans lesquelles se trouvent les niveaux divers du Crétacé aux abords de l'Oum er Rbia moyen montrent d'une façon nette l'existence d'un synclinal dont nous avons déjà signalé la présence (2) et que des observations plus récentes nous permettent de préciser.

Entre le plateau des Beni Meskin et celui de Ghchaouat, le dénivellement du synclinal apparaît particulièrement net.

Les couches turoniennes (couches supérieures d'Oued Zem) constituent vers Dar Chafaï une assise tabulaire, puissante d'une dizaine de mètres, inclinée d'environ 10° vers le Sud et se présentant à Dar Chafaï même à la cote 350. Peu à peu cette table s'abaisse et atteint dans les témoins coniques proches de l'Oum er Rbia les cotes 340, 327, 318. Au delà de l'Oued, la même table se continue remarquablement constante et reprend des altitudes croissantes. Le pendage est maintenant septentrional, et les couches, inclinées encore de 10° environ, atteignent dans le Ghchaouat les cotes comprises entre 300 et 350, pour monter dans la Gada jusqu'aux altitudes voisines de 500^m.

Plus à l'Est, ce sont les couches cénomaniennes, à *Plicatula Auressensis*, qui nous servent de repère. De l'altitude 783^m à Oued Zem, elles atteignent, descendant vers le Sud, 720^m vers Boujad et 620^m au voisinage de Kasba Tadla. Là elles plongent au Sud sous l'Oum er Rbia, et nous ne les voyons plus reparaître; le fleuve se présente à Kasba Tadla à la cote 499; les couches cénomaniennes sont donc, en ce point, à moins de 500^m d'altitude.

Entre ces points extrêmes, nous devons noter la position de ces mêmes couches cénomaniennes, au nord de l'embouchure de l'Oued el Abid. Là encore elles se montrent à une altitude supérieure à 450^m vers Dar Abdallah ben Djaber et descendent jusqu'à 406^m vers les Oulad Embareck pour disparaître plus au Sud sous les conglomérats de la plaine du Tadla.

Nous avons donc bien affaire à une cuvette synclinale allongée dont l'axe est parallèle à celui de l'Oum er Rbia, qui est limitée dans sa partie supé-

(1) Séance du 5 février 1917.

(2) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 75.

rieure par le Moyen Atlas sur sa lisière méridionale, et qui dans sa partie inférieure présente deux rebords à peu près symétriques. Cette cuvette est formée par un synclinal de terrains crétacés, et remplie par des dépôts subhorizontaux formés de calcaires, de grès, de conglomérats et de sables.

L'âge de ces derniers dépôts est sûrement postérieur aux termes les plus élevés du Crétacé puisqu'ils sont *en discordance avec lui* et leur âge éocène à El Boroudj ressort des indications qui m'ont été données par M. Gentil.

Il en est de même à Kasba Tadla, où j'ai moi-même recueilli *Mesalia* cf. *Blanckenhaini* Opp., *Turritella* n. sp. (très allongée, suture très oblique), la première espèce étant caractéristique de l'étage de Mocattacu (Lutécien). Des grès dorés les surmontent où j'ai recueilli des Sélaciens éocènes tels que *Odontaspis cuspidata* Ag. et *Otodus obliquus* Ag.

Enfin des conglomérats très compacts à ciment rouge contenant souvent des débris de roches crétacées s'étendent depuis Aïn Blal et Dar Chafaï jusqu'à Kasba Tadla; je les ai retrouvés aux Aït Ayad, vers Dar Ould Zidouh et près de l'Oued el Abid.

Faute de fossiles, on ne peut dater ces conglomérats, qui sont postérieurs à l'Éocène.

Tout cet ensemble supporte des conglomérats récents et des sables quaternaires couvrant de grandes étendues dans la plaine des Beni Moussa.

Il existe donc au pied du Moyen Atlas un synclinal de terrains crétacés contenant des dépôts éocènes et donnant abri à une partie du Bassin de l'Oum er Rbia.

BOTANIQUE. — *Influence de la greffe sur les produits d'adaptation des Cactées.* Note de M. Lucien Daniel, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai depuis longtemps montré expérimentalement que les bourrelets des greffes arrêtent certains produits et laissent passer les autres, soit en quantité normale, soit en proportions plus fortes ou plus faibles. Ces variations coïncident en général avec les modifications du régime de l'eau; et, suivant les cas, sujet et greffon peuvent vivre en milieu plus sec ou plus humide, plus pauvre ou plus riche. Poursuivant mes recherches dans cet ordre d'idées, j'ai étudié les greffes de certaines Cactées qui présentent des adaptations spéciales xérophytiques et j'ai recherché les variations de celles-ci à la suite du greffage chez les *Epiphyllum* placés sur *Opuntia* et sur *Peireskia*. C'est à l'aide de tissus spéciaux, riches en mucilages et en acides, qui

retiennent l'eau très fortement, que ces végétaux conservent leur turgescence et résistent à une transpiration exagérée. Or ces tissus sont plus ou moins développés suivant les espèces : ainsi les *Opuntia* sont plus riches en mucilages que les *Epiphyllum*, par exemple.

Les plantes sur lesquelles ont porté mes observations étaient d'âges variés suivant les séries. Les premières, greffes et témoins, avaient 25 ans d'âge ; les secondes, 15 ans et les troisièmes, 5 ans. Cette gradation m'avait paru nécessaire, car certaines particularités d'organisation n'apparaissent chez les êtres vivants qu'à un âge déterminé et il était bon de savoir si cette apparition était avancée ou retardée par la vie symbiotique, si différente de la vie autonome. Un examen extérieur, soigné et répété au cours des essais, me montra que les caractères morphologiques extérieurs des Cactées sur lesquelles j'avais expérimenté n'avaient subi aucune modification appréciable. Par conséquent, la greffe ne leur avait pas fait atteindre la limite d'adaptation au delà de laquelle apparaissent les réactions formatives. En s'arrêtant à cet examen superficiel, on pouvait conclure que la greffe n'avait en rien changé les caractères propres des espèces et que chacune d'elles conservait ses adaptations particulières et son mode de vie. Ce n'était cependant pas le cas, au moins d'une façon absolue.

En effet, l'examen anatomique et microchimique révélait des différences très nettes dans les proportions relatives des mucilages et des cristaux d'oxalate ou de malophosphate de chaux chez les greffons et les témoins de même âge. Dans les greffons les plus âgés comme chez les plus jeunes, on trouvait plus de cristaux et moins de mucilages que chez les témoins correspondants. Ces phénomènes étaient plus accentués dans les greffes d'*Epiphyllum* sur *Opuntia* que dans les greffes sur *Peireskia*, dans les greffes les plus âgées que dans les greffes les plus jeunes; ils variaient en outre, pour les exemplaires d'une même série, avec la perfection relative des tissus cicatriciels d'union au niveau du bourrelet.

Poussant plus loin l'expérience, j'ai fait deux lots des Cactées (greffes et témoins) : le premier a été cultivé dans les conditions ordinaires; le second a été soumis à une sécheresse élevée. Tandis que les différences en mucilages et acidité restaient les mêmes chez les plantes du premier lot, dans les exemplaires du second les adaptations avaient varié plus ou moins suivant le degré particulier d'humidité des sujets. Les greffes sur *Opuntia* avaient le mieux résisté.

Ces faits sont intéressants à plusieurs titres. Ils montrent bien que la vie symbiotique modifie les adaptations xérophytiques des Cactées étudiées,

proportionnellement à la valeur spécifique des sujets qui réagissent ainsi sur le chimisme propre de chaque greffon. L'*Opuntia*, qui possède une adaptation plus parfaite, oblige le greffon à diminuer d'autant ses mucilages et à neutraliser son acidité libre pour éviter l'excès d'eau dans ses tissus et la pourriture. Les réactions sont moins accentuées avec le *Peireskia* qui irrigue moins bien ses greffons. Les variations constatées avec l'âge des greffes, la valeur des soudures et l'action du milieu extérieur sont faciles à comprendre, car le chimisme propre de chaque greffon est la résultante générale des divers facteurs réglant les échanges dans chaque symbiose.

On ne doit donc jamais conclure, du seul examen morphologique externe ou interne, à la conservation intégrale des caractères propres des plantes greffées, car l'analyse microchimique de leurs tissus peut révéler des changements qui, sans elle, échappent à l'œil du naturaliste le plus exercé.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.